

**А.П. МЕЛЬНИК**, докт. техн. наук; проф. НТУ “ХПІ”, м. Харків  
**В.Ю. ПАПЧЕНКО**, м.н.с., НТУ “ХПІ”, м. Харків

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕАКЦІЇ АМІДУВАННЯ НА СТУПІНЬ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДІЕТАНОЛАМІНУ

Проведено пошук оптимальних умов амідування соняшникової олії діетаноламіном. Досліджено вплив мольного відношення реагентів, температури і часу проведення реакції на ступінь перетворення амінного азоту в амідний. Отримано рівняння регресії, яке адекватно описує експеримент.

Search of optimal condition of amidation carrying out of sunflower seed oil by diethanolamine have been carried out. Influence of molar ratio, temperature and time of reaction on transformation ratio of amine to amide nitrogen have been investigated. Regression equation have been obtained which accurately describes experimented data.

Експериментально встановлено [1, 2, 3], що основними фізико-хімічними показниками, які впливають на ступінь перетворення діетаноламіну (ДЕА) в діетаноламід жирних кислот (ДЖК) є мольне відношення вихідних реагентів, температура і час проведення реакції. Також встановлено [1, 2, 3], що залежність ступеня перетворення ДЕА в ДЖК має складний характер. На сьогодні не знайдено рівняння, яке б описувало залежність ступеня перетворення амінного азоту в амідний у реакції амідування соняшникової олії діетаноламіном від взаємного впливу зазначених вище фізико-хімічних показників, які мають вплив на цей процес. Тому мета роботи полягає в пошуку оптимальних умов проведення процесу, а саме встановлені залежності величини ступеня перетворення від параметрів реакції амідування.

Для визначення максимального ступеня перетворення (СП) амінного азоту в амідний, вивчення впливу мольного відношення (МВ) вихідних реагентів, температури і часу проведення реакції і прогнозування перетворень у реакції амідування створено математичну модель цього процесу за планом повного факторного експерименту [4, 5], з використанням програмних пакетів Microsoft Excel і MathCad.

Ступінь перетворення амінного азоту в амідний (функція відгуку), у реакції прямого амідування соняшникової олії діетаноламіном, визначено за методикою [6]. В табл. 1 наведені фактори, рівні та інтервали варіювання змінних у плані експерименту вплив яких визначався на СП. Фактори, які варіювались: МВ ( $Z_1$ ) – кількість г-молей ДЕА на г-моль триацилгліцеринів соняшникової олії, температура реакції ( $Z_2$ ), тривалість реакції ( $Z_3$ ). Матриця планування експерименту у натуральному масштабі і у безрозмірній системі координат приведена в табл. 2.

Таблиця 1. Фактори, рівні та інтервали варіювання змінних у плані експерименту

Рівні	Фактори		
	$Z_1$ , моль	$Z_2$ , °C	$Z_3$ , год
Верхній	3	200	1
Нижній	1	160	5
Основний	2	180	3
Інтервал варіювання	1	20	2

Таблиця 2. План проведення експерименту

№	Фактори у натуральному масштабі			Фактори у безрозмірній системі координат			Ступінь перетворення
	$Z_1$ , моль	$Z_2$ , °C	$Z_3$ , год	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$y$
1	1	160	1	-1	-1	-1	47,7
2	3	160	1	+1	-1	-1	19,8
3	1	200	1	-1	+1	-1	82,0
4	3	200	1	+1	+1	-1	71,2
5	1	160	5	-1	-1	+1	73,0
6	3	160	5	+1	-1	+1	53,5
7	1	200	5	-1	+1	+1	82,3
8	3	200	5	+1	+1	+1	63,1

Для визначення похибки експерименту на основному рівні (у центрі плану) проведено три однакових дослідження. Для перевірки значимості коефіцієнтів регресії за трьома дослідженнями у довільній точці при  $Z_1=2$  моль,  $Z_2=180$  °C і  $Z_3=3$  визначено дисперсію відтворення. Значимість коефіцієнтів рівняння регресії оцінено за критерієм Ст'юдента. На підставі проведених розрахунків і після перевірки значимості коефіцієнтів, рівняння регресії у кодованих змінних приймає наступний вигляд:

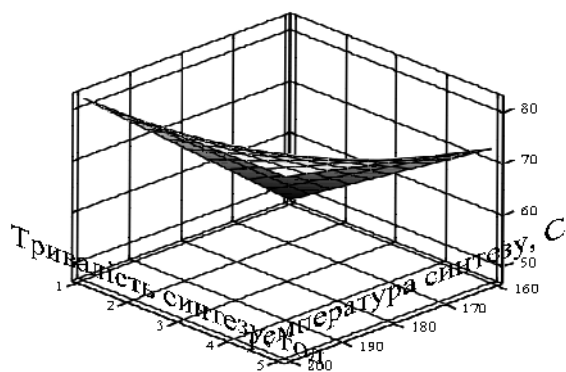
$$Y = 61,58 - 9,68 \cdot X_1 + 13,08 \cdot X_2 + 6,4 \cdot X_3 + 2,18 \cdot X_1 \cdot X_2 - 8,35 \cdot X_2 \cdot X_3 - 2,1 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

Отже розкодоване рівняння (1) має вигляд:

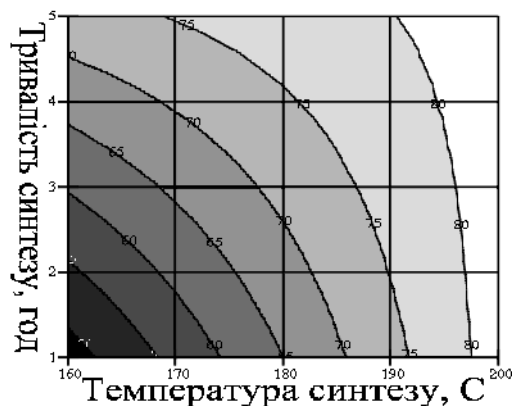
$$Y = -63,17 - 57,92 \cdot Z_1 + 0,748 \cdot Z_2 + 21,875 \cdot Z_3 + 0,268 \cdot Z_1 \cdot Z_2 + 9,54 \cdot Z_1 \cdot Z_3 - 0,104 \cdot Z_2 \cdot Z_3 - 0,053 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \quad (2)$$

За критерієм Фішера, отримане рівняння, згідно [4, 5] адекватно описує експеримент. З результатів експерименту видно, що згідно знакам при коефіцієнтах  $B_1$ ,  $B_2$  і  $B_3$  необхідно збільшення температури ( $X_2$ ), часу ( $X_3$ ) і зниження МВ ( $X_1$ ) для підвищення СП ДЕА в ДЖК. Основний вплив на СП зумовлюють температура і величина МВ, так як коефіцієнти при  $X_1$  і  $X_2$  найбільші. Також значний вплив має взаємодія факторів: температури та часу (коефіцієнт при  $X_2X_3$  дорівнює 8,35).

На рис. 1 показано дві з трьох отриманих поверхонь залежності ступеня перетворення амінного азоту в амідний від тривалості і температури синтезу (при фіксованому значенні мольного відношення).

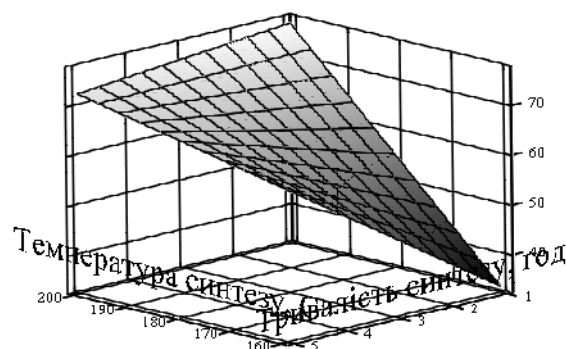


rez

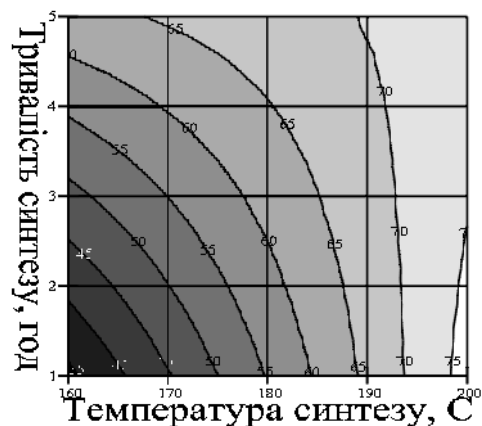


rez

а



rez



rez

б

Рис. 1 – Залежність ступеня перетворення амінного азоту в амідний від тривалості і температури синтезу при МВ 1:1 (а) і при МВ 1:2 (б)

Як видно з рис. 1 (а), на поверхні відгуку, при фіксованому третьому факторі – мольному відношенні 1, область мінімуму відповідає значенню температури синтезу 433 К і значенню тривалості синтезу 1 година (ступінь перетворення дорівнює 50 %). На поверхні відгуку точка максимуму відповідає значенню температури синтезу 473 К і значенню тривалості синтезу 5 година зі ступенем перетворення аміну 83 %.

На рис. 1 (б), на поверхні відгуку, при фіксованому третьому факторі – мольному відношенні 2, область мінімуму також відповідає значенню температури синтезу 433 К і значенню тривалості синтезу 1 година (ступінь перетворення дорівнює 25 %). На поверхні відгуку точка максимуму відповідає значенню температури синтезу 473 К і значенню тривалості синтезу 5 година зі ступенем перетворення аміну 76 %.

**Висновки:** Отримана статистична модель амідкування соняшникової олії діетаноламіном у вигляді рівняння регресії може бути використана для прогнозування ступеня перетворення діетаноламіну в продукти реакції в залежності від зміни таких технологічних параметрів, як мольне відношення вихідних реагентів, температура і час проведення реакції.

**Список літератури:** 1. Мельник А.П., Папченко В.Ю., Матвєєва Т.В. Дослідження амідування триацилгліцеринів сояшнікової олії діетаноламіном // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” – Харків: НТУ “ХПІ”, 2007. – № 27. – С. 92-95. 2. Мельник А.П., Папченко В.Ю. Дослідження одержання азото-, кисеньвмісних похідних жирних кислот амідуванням сояшнікової олії діетаноламіном // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” – Харків: НТУ “ХПІ”, 2010. – № 4. – С. 3-6. 3. Мельник А.П., Папченко В.Ю. Дослідження амідування діетаноламіном трипальмітину // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” – Харків: НТУ “ХПІ”, 2006. – № 43. – С. 55-58. 4. Бондарь А.П. Математическое моделирование в химической технологии. – Киев: Вища школа, 1973. – 280 с. 5. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Л: Химия, 1975. – 48 с. 6. Мельник А.П., Папченко В.Ю., Матвєєва Т.В., Діхтенко К.М., Жуган О.А. Дослідження реакції утворення алкілкарбон-N-(дігідроксіетил)амідів // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” – Харків: НТУ “ХПІ”, 2003. – № 11. – С. 64-69.

Поступила в редколлегию 06.09.2010

УДК 331.45 (477)(094.4)

**В.В. БЕРЕЗУЦКИЙ**, канд. техн. наук, зав. каф., НТУ «ХПИ», г. Харьков  
**В.В. МАКАРЕНКО**, ст. препод. НТУ «ХПИ», г. Харьков  
**В.В. ПАРХОМЕНКО**, ст. препод. НТУ «ХПИ», г. Харьков  
**РАДВАН АРАФА БИССИУНИ**, стажер НТУ «ХПИ», г. Харьков  
**Т.С. БОНДАРЕНКО**, студ., НТУ «ХПИ», г. Харьков

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СО И SO<sub>2</sub> НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ УЧАСТКЕ С ЗОНАМИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР, И РАСКАЛЕННЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ИЗДЕЛИЯМИ**

Дослідження концентрацій небезпечних газів у робочому приміщенні ливарного виробництва за допомогою багатокомпонентного індивідуального сигналізатору – аналізатору газів ДОЗОР-С-М. Дослідження виконувались на базі дослідницького виробництва заводу НТУ «ХПІ».

Research of concentrations of dangerous gases in the working apartment of casting production by multicomponent individual signalizatoru - to the analyzer of gases of ДОЗОР-С-М. Researches were executed on the base of research production of factory of NTU «KhPI».

**Цель исследований:** изучить характер распределения уровня концентраций вредных газов и паров в зависимости от технологических процессов литья серого чугуна, как модели процессов рассматриваемых в диссертации. Оценивался уровень загазованности воздуха рабочей зоны на рабочих местах и эффективность работы вентиляционной установки. Исследование по определению уровня концентраций СО та SO<sub>2</sub> проводилось на опытном заводе НТУ «ХПИ» в литейном цеху.

**Приборы и оборудование:** сигнализатор-анализатор газов многокомпонентный индивидуальный ДОЗОР-С-М. Исследования по определению концентраций окиси углерода и сернистого газа в литейном цехе Опытного завода НТУ «ХПИ» выполнялись сигнализатором-анализатором газов многокомпонентным индиви-